

20/40

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-100665

(43)Date of publication of application : 02.04.1992

(51)Int.Cl.

B22D 11/10

(21)Application number : 02-220575

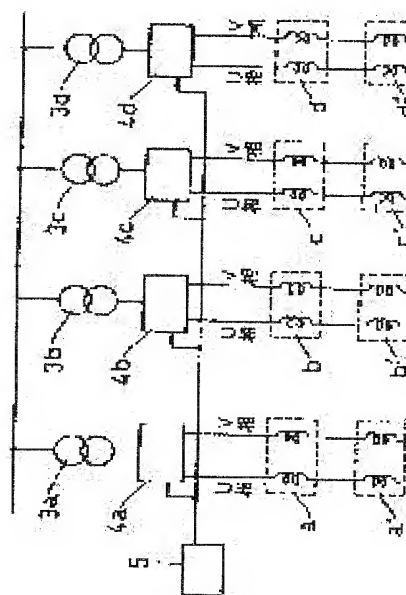
(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 21.08.1990

(72)Inventor : KAIHARA YASUO  
HOSOYA SEIICHI  
AZUMA JUN**(54) METHOD FOR ELECTROMAGNETIC-STIRRING IN MOLD IN CONTINUOUS CASTING FOR SLAB****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent the deep intrusion of inclusion involved into molten steel stream and bubbles of argon, etc., into the inner part of a slab by executing electromagnetic stirring to the molten steel in such an arrangement that each magnetic pole of coils of an electromagnetic stirring device is reverse polarity to each other for the coils facing across a casting mold, while the pole is the same polarity to each other for the coils placed side by side.

**CONSTITUTION:** In the coils (a), a'-(d), d' in the electromagnetic stirring device, two-phase power units composed of transformers 3a-3d and cyclo-converters 4a-4b of two phases (u-phase, v-phase) are wired in each of the coils (a), a', coils (b), b', coils (c), c' and coils (d), d', and on the other hand, in the cyclo-converters 4a, 4b, one set of a frequency setting device 5 is wired. Then, the winding structure of the coils (a), a'-(d), d' is that iron cores constituting four poles is used and u-phase wire winding is executed so that the poles at the upper most step and the pole at the third step become the reverse polarity in the coils (a), a'-(b), b' and the pole at the upper most step and at the third step in the inside coils (a) and (b) or the outside coils a' and b' become the same polarity and also the pole at the upper most step and at the third step across which the inside coils (a), (b) and the outside coils a', b' opposite to each other become the reverse polarity.



21/40

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-100665

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

B 22 D 11/10

識別記号

3 5 0 B  
3 5 0 H

庁内整理番号

6411-4E  
6411-4E

④ 公開 平成4年(1992)4月2日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑥ 発明の名称 スラブの連続铸造における铸型内電磁攪拌方法

⑪ 特 願 平2-220575

⑫ 出 願 平2(1990)8月21日

⑬ 発 明 者 貝 原 保 男 兵庫県加古川市平岡町二俣1007番地  
⑭ 発 明 者 細 谷 誠 一 兵庫県神戸市西区大津和1丁目4-5-403  
⑮ 発 明 者 東 洵 兵庫県加古川市平岡町一色726-11  
⑯ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号  
⑰ 代 理 人 弁理士 金丸 章一

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

スラブの連続铸造における铸型内電磁攪拌方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 曲げ型連铸機におけるスラブ用可変幅铸型の内外両広面の幅方向左右対称位置に、スラブの引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置を少なくとも2対づつ設けるとともに、これら電磁攪拌装置のコイルに流れる電流の位相を揃える一方、幅方向左または右に設けられた電磁攪拌装置のコイルの各磁極の極性を、铸型を挟んで対向するコイルに対しては、各磁極が異極となるように、隣り合うコイルに対しては、各磁極が同極となるように磁極の位相を揃えて溶鋼の電磁攪拌を行うことを特徴とするスラブの連続铸造における铸型内電磁攪拌方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、スラブの連続铸造における铸型内電磁攪拌方法に関するものである。

(従来の技術)

スラブの連続铸造は、タンディッシュから浸漬ノズルを経て铸型内に注入された溶鋼を、铸型壁により周辺から冷却し、凝固シェルを形成発達させつつ引抜いて行われる。この際铸型内では第8図に示すように、タンディッシュ(図示せず)から注入された溶鋼は浸漬ノズル15の吐出孔16から流出し、この溶鋼流17は铸型 M の狭面部18に衝突して、下降流19が生じ、この下降流19が溶鋼流の主流となってスラブ S 内に深く浸入する。

このような連続铸造方法によると、下降流19に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡が、凝固シェル界面において捕捉され、介在物集積帯となって圧延時に欠陥として露出し、問題となることが知られている。

そして近年、このような問題を改善するために、電磁攪拌を適用した連続铸造方法が行われている。

例えば、特開昭60-37251号(特願昭58-145765号)公報には、铸型の広面内に電磁攪拌装置を左

## 特開平4-100665 (2)

右に分割して設け、鋼種および鑄造条件に応じて、左右に分割してある電磁攪拌装置の攪拌推力方向を切り換えて使用し、鑄片の品質改善を図る方法が記載されている。しかし、この鑄型内電磁攪拌方法では、鑄型の広面内に電磁攪拌装置を左右に分割して設けているので、溶鋼の攪拌パターンが増え、鋼種および鑄造条件に応じて攪拌流を選択しうる有利さはあるけれど、これらの攪拌流がどのような鑄片の品質改善を図るものであるかが明確でない上に、必ずしも上述したスラブ S 内に深く浸入する下降流 19 を抑えるものではないため、下降流 19 に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡が低減されないという問題がある。

一方、本出願人は、上記問題を解決するために鋭意研究を行い、鑄型の広面内にスラブの引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置を設け、スラブの引抜方向と同じ方向に電磁攪拌の推力を与えることにより介在物集積帯が改善されることを知見し、先にその出願（特願昭 63- 243639 号）を行った。ところがその後、この先願による鑄型内電磁

攪拌方法によっても介在物集積帯が改善されない場合のあることを知見し、特に可変幅鑄型の使用においてはスラブ寸法によっては改善されない場合が生じた。

そこでさらに、本出願人は鋭意研究を重ねた結果、鑄型の広面内に引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置を設け連続鑄造しても、電磁攪拌装置によるスラブ広面幅方向の攪拌推力の分布がスラブ幅に対応しない場合、上述したスラブ S 内に深く浸入する下降流 19 を抑制し得ず、下降流 19 に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡が低減されないことを突き止め、これを改善して、スラブ用鑄型の内外両広面の内少なくとも内側広面にスラブの引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置を設けると共に、電磁攪拌装置による引抜方向の推力を、鑄造されるスラブ広面の左右の側端より所定長さを除いた範囲に作用させるスラブの連続鑄造における鑄型内電磁攪拌方法を発明し、特願平 1- 164875 号として出願した。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上記特願平 1- 164875 号に示すスラブの連続鑄造における鑄型内電磁攪拌方法を可変幅鑄型に適用して、鑄造されるスラブ広面の左右の側端より所定長さを除いた範囲に、ある程度の大きさの引抜方向の推力を作用させるには、例えば 800～1630mm の範囲の可変幅鑄型においては、可変幅鑄型 M の内外両広面の幅方向左右対称位置に電磁攪拌装置を各 4 台ずつ、計 8 台設置し（第 1 図参照）、スラブ幅が 1630～1100mm までは電磁攪拌装置のコイル a, a' ～ d, d' の全てを使用し、スラブ幅が 1100～ 800mm まではコイル b, b', c, c' のみを使用して鑄造する必要がある。さらに鑄型 M 内の突出流 17, 17' は必ずしも左右均一とは限らず、往々にして不均一であるため、コイル a, a', b, b' とコイル c, c', d, d' は異なった引抜方向の推力を適用する必要があるが、このような条件を満たすためには、コイル a～d' に電流を供給する電源は、各コイル個別に設け独立に制御する必要がある。そこで、本出願人は、第 9 図に示す如く、変圧器 3 とサイクロコンバータ 4 を組み合わせた

電源装置を各コイル a～d' 毎に配線した例を試みた。しかしこの図のように配線した場合でも、各電源装置の特性の不均一や周波数制御信号の僅かな違い等から、電流の位相が各コイル a～d' 毎に不揃いとなり、このため、第 4 図（ロ）に示すように鑄型壁表面に磁束が集中したり、隣のコイルに磁束が漏れ磁束分布が不均一になったりして、鑄型厚中心にて必要とする磁束密度が得られず、また上述したスラブ S 内に深く浸入する下降流 19（第 8 図参照）を抑制する所望の攪拌流が得られず、下降流 19 に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡が十分低減されないことが度々発生した。また、多くの電源装置を必要とし、設備が大掛かりになり経済的でない。

本発明は、上述した事情に基づいてなされたものであって、その目的は、スラブの引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置を内外両広面の幅方向左右対称位置に少なくとも 2 対ずつ配設されたスラブ用可変幅鑄型を使用して、内外両広面に設けた電磁攪拌装置の引抜方向の推力を、鑄造される

スラブ広面の左右の側端（狭面）より所定長さ除いた範囲に作用させるに際し、各電磁攪拌装置の各コイルに流れる電流の位相を揃えるとともに、鑄型厚中心にて必要とする磁束密度を得、鑄型の狭面に沿ってスラブ内へ浸入する溶鋼流の浸入深さを抑制し、溶鋼流に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡がスラブ内部へ深く浸入することを防止するスラブの連続鑄造における鑄型内電磁攪拌方法を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明に係わるスラブの連続鑄造における鑄型内電磁攪拌方法は、スラブ用可変幅鑄型の内外両広面の幅方向左右対称位置に、スラブの引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置を少なくとも2対づつ設けるとともに、これら電磁攪拌装置のコイルに流れる電流の位相を揃える一方、幅方向左または右に設けられた電磁攪拌装置のコイルの各磁極の極性を、鑄型を挟んで対向するコイルに対しては、各磁極が異極となるように、隣り合うコイルに対しては、各磁

極が同極となるように磁極の位相を揃えて溶鋼の電磁攪拌を行うものである。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。第1図は、本発明のスラブの連続鑄造における鑄型内電磁攪拌方法に適用される装置の説明図、第2図は、第1図に示す電磁攪拌装置の配線図である。

図において、Mは可変幅鑄型であって、この可変幅鑄型Mの内外両広面1, 1'の幅方向左右対称位置には、スラブSの引抜方向に推力を発生する電磁攪拌装置のコイルa, a' ~ d, d'が、鑄造されるスラブ広面の左右の側端（狭面）2より中央に向かって所定長さLを除いた範囲に作用するように設けられている。そして、電磁攪拌装置のコイルa, a' ~ d, d'には、コイルa, a'、コイルb, b'、コイルc, c'およびコイルd, d'毎に、変圧器3a ~ 3dと2相（u相, v相）のサイクロコンバータ4a ~ 4bからなる2相電源装置が配線され、一方サイクロコンバータ4a ~ 4bには、一つの周波数設定装置5が配

線されている。そしてさらに、コイルa, a' ~ d, d'への巻線構造は、例えばコイルa, a'、b, b'を例として第3図に示すように、4極を構成する鉄心6を使用し、コイルa, a'、b, b'について、各コイルの最上段と3番目の極が逆極となるように、且つ内側コイルaとbあるいは外側コイルa'とb'では最上段と3番目の極が同極となるとともに、内側コイルa, bと外側コイルa', b'との対向する最上段と3番目の極は逆極となるようにu相巻線が行われている。尚、2番目と最下段の極についても図示省略するが、上記と同要領でv相巻線が行われている。

上記の如き構成からなる鑄型内電磁攪拌装置であるから、周波数設定装置5に設定された周波数設定値は、同じタイミングで同じ信号値として各サイクロコンバータ4a ~ 4bに対し送信でき、これにより、各サイクロコンバータ4a ~ 4bのu相, v相を流れる電流は、全く同位相となり、同期がとれる。第4図（イ）は、このようにして同期がとれた場合のコイルa, a'を例にした磁場分布を示す

。また比較のため、第4図（ロ）に従来の同期がとれていない場合の磁場分布を示すとともに、両者の鑄型厚方向の磁束密度を第5図に比較して示す。これらの図より明らかなように、後者に比較して前者の方が、鑄型厚中心まで十分に磁束が通り、その磁束密度は鑄型厚中心にて十分大きく得られ、これにより、鑄型の狭面に沿ってスラブ内へ浸入する溶鋼流の浸入深さが抑制でき、溶鋼流に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡がスラブ内部に深く浸入することが防止できる。

第6図は、上記構成の鑄型内電磁攪拌装置を元に、可変幅鑄型Mの鑄型内寸法を230mm×800mmに設定した時の浸漬ノズル7の吐出孔8から吐出された鑄型内溶鋼流れを示すもので、第6図（イ）に示す鑄型内溶鋼流れは、サイクロコンバータ4b, 4cを使用し、コイルb, b'とコイルc, c'に400アンペア、5Hzを通電した場合の溶鋼流れであり、第6図（ロ）に示す鑄型内溶鋼流れは、比較のために行ったもので電磁攪拌を使用しなかった場合の溶鋼流れである。図より明らかなように、後

## 特開平4-100665 (4)

者に比較して前者の方が、浸漬ノズル 7 の吐出孔 8 から狭面方向に向いて吐出される溶鋼流 9 の吐出流速が十分低減され、可変幅鋳型 M の狭面に沿ってスラブ S 内へ浸入する溶鋼流 10 の浸入深さが抑制されている。

第 7 図は、上記構成の鋳型内電磁攪拌装置を元に、可変幅鋳型 M の鋳型内寸法を 230mm×1640mm に設定した時の浸漬ノズル 7 の吐出孔 8 から吐出された鋳型内溶鋼流れを示すもので、第 7 図 (イ) に示す鋳型内溶鋼流れは、サイクロコンバータ 4a~4b を使用し、コイル a, a' とコイル d, d' に 200 アンペア、5Hz、コイル b, b' とコイル c, c' に 400 アンペア、5Hz を通電した場合の溶鋼流れであり、第 7 図 (ロ) および第 7 図 (ハ) に示す鋳型内溶鋼流れは、比較のために行ったもので、前者は、通電条件を上記と同じにし各コイルの電流位相の同期をとらなかった場合の溶鋼流れ、後者は、電磁攪拌を使用しなかった場合の溶鋼流れである。この第 7 図においても、図より明らかなように、第 7 図 (ハ) に示す溶鋼流れに比較して第 7 図

(ロ) に示す溶鋼流れの方が、さらに第 7 図 (ロ) に示す溶鋼流れに比較して第 7 図 (イ) に示す溶鋼流れのほうが、浸漬ノズル 7 の吐出孔 8 から狭面方向に向いて吐出される溶鋼流 9 の吐出流速が十分に低減され、可変幅鋳型 M の狭面に沿ってスラブ S 内へ浸入する溶鋼流 10 の浸入深さが抑制されている。

尚、第 6 図および第 7 図は、広面から見ると左右対称となるので、左半分のみを示し説明した。

(発明の効果)

上述したように、本発明に係わるスラブの連続鋳造における鋳型内電磁攪拌方法によれば、スラブ用可変幅鋳型の内外両広面に設けた電磁攪拌装置の引抜方向の推力を、鋳造されるスラブ広面の左右の側端 (狭面) より所定長さ除いた範囲に十分確実に作用させ得るので、鋳型の狭面に沿ってスラブ内へ浸入する溶鋼流の浸入深さが抑制され、溶鋼流に巻き込まれた介在物やアルゴンガスなどの気泡がスラブ内部へ深く浸入することが防止され、品質の良いスラブが得られる。

## 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明のスラブの連続鋳造における鋳型内電磁攪拌方法に適用される装置の説明図、第 2 図は、第 1 図に示す電磁攪拌装置の配線図、第 3 図は、本発明に係わる電磁攪拌装置のコイルの巻線構造の説明図、第 4 図は、コイルの磁場分布状態の説明図、第 5 図は、鋳型厚方向における磁束密度の大きさを示す図、第 6 図乃至第 7 図は、鋳型内溶鋼流れを示す説明図、第 8 図は、従来技術の説明図、第 9 図は、比較例の電磁攪拌装置の配線図である。

1, 1' 鋳型の広面

2 鋳型の狭面

3a~3d 変圧器

4a~4b サイクロコンバータ

5 周波数設定装置

6 鉄心

7 浸漬ノズル

8 吐出孔

9 浸漬ノズルから吐出される溶鋼流

10 狭面に沿ってスラブ内へ浸入する溶鋼流

a~d' 電磁攪拌装置のコイル

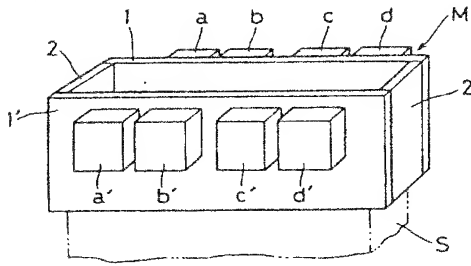
M 可変幅鋳型

S スラブ

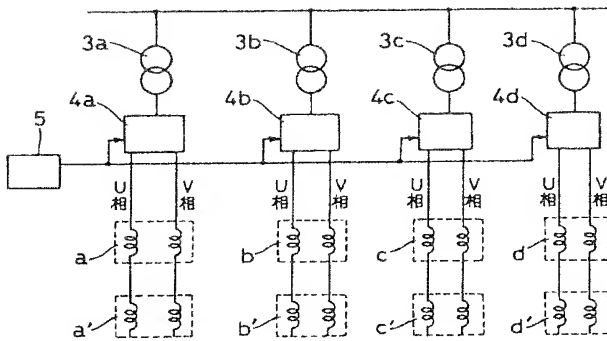
特許出願人 株式会社神戸製鋼所

代理人 弁理士 金 丸 章 一

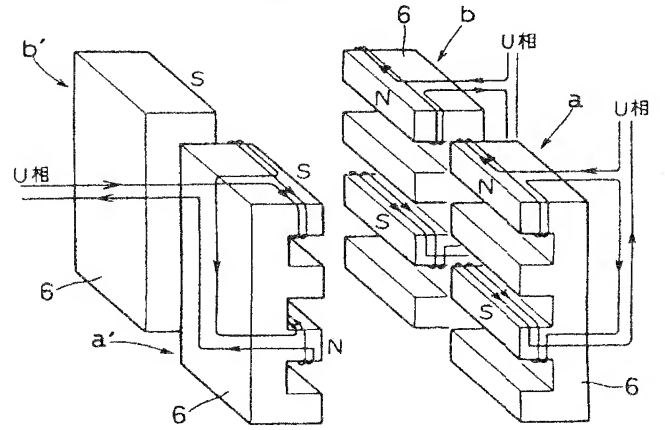
第1図



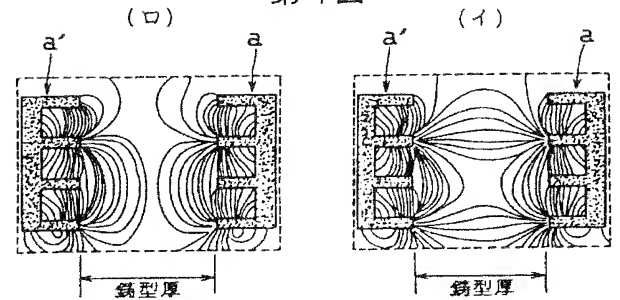
第2図



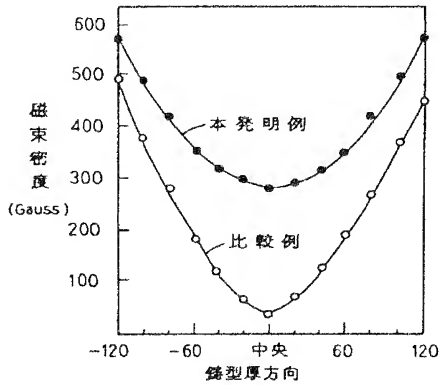
第3図



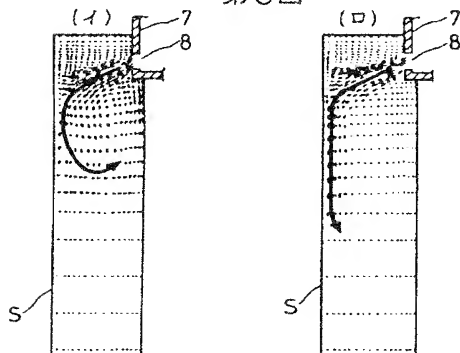
第4図



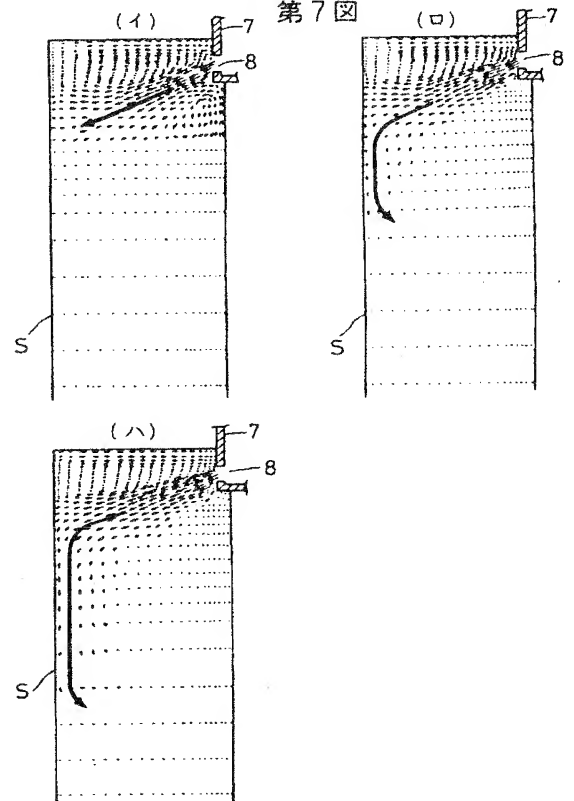
第5図



第6図

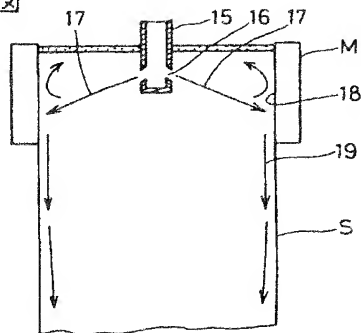


第7図



26/40

第8図



第9図

